

## © EPODOC / EPO

- PN - DE19632529 A1 19980219
- TI - Measurement of gas component in multi-phase fluid
- AB - The **capacitance** of a multi-component fluid flowing through a **capacitor** consisting of two cylindrical electrodes (2,3) is measured by a data system (11) and display (12). The **capacitance** of the pure components of the fluid is used as calibration. The gas content is evaluated by means of an equation, using the measured **capacitance**, the **dielectric** constants of the liquid and gas phases, the effective surface area and the separation of the electrodes. The effective surface area of the **capacitor** can be selected according to the **capacitance** range. Either two electrodes, isolated from the outer housing can be used as **capacitor**, or the housing can be used as one of the electrodes.
- EC - G01F1/74; G01N27/22B
- PA - TILLACK PETER DIPL ING [DE]; STRASER DIETER [DE]; HELLMANN DIETER HEINZ [DE]
- IN - TILLACK PETER DIPL ING [DE]; STRASER DIETER [DE]; HELLMANN DIETER-HEINZ [DE]
- CT - US4713603 A [ ]
- AP - DE19961032529 19960813
- PR - DE19961032529 19960813
- DT - \*

## © WPI / DERWENT

- AN - 1998-131300 [13]
- TI - Measurement of gas component in multi-phase fluid - uses comparison between **capacitances** of multi-phase and single component fluids to determine gas content
- AB - DE19632529 The **capacitance** of a multi-component fluid flowing through a **capacitor** consisting of two cylindrical electrodes (2,3) is measured by a data system (11) and display (12). The **capacitance** of the pure components of the fluid is used as calibration. The gas content is evaluated by means of an equation, using the measured **capacitance**, the **dielectric** constants of the liquid and gas phases, the effective surface area and the separation of the electrodes.
- The effective surface area of the **capacitor** can be selected according to the **capacitance** range. Either two electrodes, isolated from the outer housing can be used as **capacitor**, or the housing can be used as one of the electrodes.
- ADVANTAGE - Suitable for continuous measurement.(Dwg.1/6)
- IW - MEASURE GAS COMPONENT MULTI PHASE FLUID COMPARE **CAPACITANCE** MULTI PHASE SINGLE COMPONENT FLUID DETERMINE GAS CONTENT
- PN - DE19632529 A1 19980219 DW199813 G01N27/22 007pp
- IC - G01F1/74 ;G01N27/22
- MC - S02-C01 S03-E02C
- DC - S02 S03

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PA - (HELL-I) HELLMANN D  
- (STRA-I) STRASSER D  
- (TILL-I) TILLACK P  
IN - HELLMANN D; STRASSER D; TILLACK P  
AP - DE19961032529 19960813  
PR - DE19961032529 19960813

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

- 21 Aktenzeichen: 196 32 529.3  
22 Anmeldetag: 13. 8. 96  
43 Offenlegungstag: 19. 2. 98

DE 196 32 529 A 1

71 Anmelder:

Tillack, Peter, Dipl.-Ing., 66539 Neunkirchen, DE;  
Straßer, Dieter, 31655 Stadthagen, DE; Hellmann,  
Dieter-Heinz, 67661 Kaiserslautern, DE

72 Erfinder:

gleich Anmelder

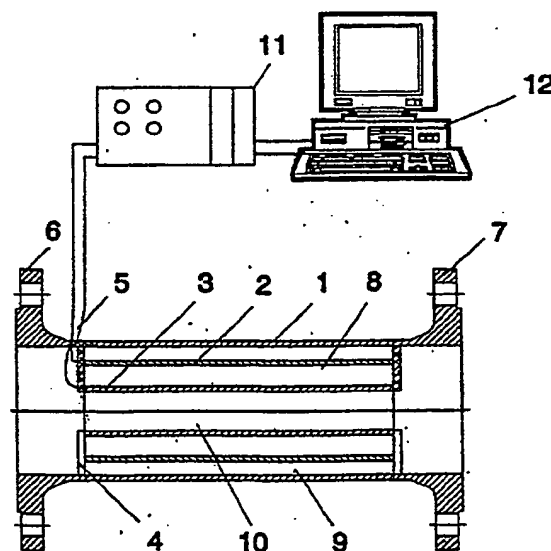
56 Entgegenhaltungen:

US 47 13 603

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung und Verfahren zur Messung des Gasanteiles in einem mehrphasigen Fluid

- 57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung des Gasanteiles in einer mehrphasigen Strömung. Zur Bestimmung des Gasanteiles wird die Strömung durch den freien Raum zwischen zwei Elektroden eines Kondensators hindurchgeleitet. Durch die Messung der sich einstellenden Gesamtkapazität dieses Kondensators kann auf den Anteil von Gas- und Flüssigkeitsphase geschlossen werden.



DE 196 32 529 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 97 702 068/97

6/23

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Gasanteiles in einem mehrphasigen Fluid, bestehend aus einer Flüssigkeits- und einer Gasphase.

Durch die EP-B 0504178 ist eine Vorrichtung zur Messung der volumetrischen Anteile von Flüssigkeit und Gas in einem mehrphasigen Fluid bekannt. Es findet eine Meßkammer mit einem Verdrängerelement Verwendung, wobei die Ein- und Ausgänge der Meßkammer durch Ventile absperrenbar sind. Durch Verdichten eines in der Meßkammer befindlichen mehrphasigen Fluids und mit Hilfe von Weg- und Drucksensoren sowie Rechenmittel werden die Anteile von Gas und Flüssigkeit ermittelt. Diese Vorrichtung weist den folgenden Nachteil auf, daß eine kontinuierliche Messung in einer mehrphasigen Strömung aufgrund des Ablaufes dieser Messung nicht möglich ist. Außerdem erweist sich die Entnahme einer repräsentativen Strömungsprobe in Anbetracht der vielen verschiedenen Strömungsformen als sehr schwierig.

Es sind andere Meßvorrichtungen bekannt, die nach dem Prinzip der vergleichenden Dichtemessung funktionieren. Dabei wird ebenfalls eine Probe des Meßgutes der Strömung entnommen und die mittlere Dichte bestimmt. Bei Kenntnis der Dichte der Einzelkomponenten kann auf den Gasvolumenanteil der Probe geschlossen werden. Bei einer solchen Meßvorrichtung kann die Bestimmung des Gasgehaltes erst nach der Messung der Dichte, die aufgrund von Gasbläschen zusätzlich erschwert wird, erfolgen. Ein weiteres Problem ergibt die Entnahme einer repräsentativen Probe aus der Strömung sowie die Messung bei höher viskosen Flüssigkeiten. Bekannt ist auch eine Vorrichtung zur vergleichenden Dichtemessung nach dem Prinzip der Kernstrahlungsmethode, wobei sich die Problematik der Anwendung direkt aus der Handhabung der notwendigen radioaktiven Präparate ergibt.

Weiterhin kann der Gasgehalt in einem mehrphasigen Fluid auch durch Messung der sich einstellenden Viskosität erfolgen, da sich die Viskosität in Abhängigkeit des Gasgehaltes im Gemisch ändert. Die Messung der Viskosität eines mehrphasigen Fluid erweist sich mittels der üblichen Kapillarviskosimeter als schwierig, da die auftretenden Gasbläschen die Kapillare verstopfen können. Außerdem ist ein solches Meßverfahren für den kontinuierlichen Meßeinsatz nicht geeignet. Eine weitere Bauart, das Rotationsviskosimeter ist zwar für den kontinuierlichen Meßeinsatz ausgeführt, führt dabei allerdings zu einer erheblichen Beeinflussung der Strömung, was sich in verschiedenen Anlagen, z. B. vor einer Pumpe, als stark nachteilig auswirken kann.

Der Gasgehalt in einem mehrphasigen Fluid kann auch mit Hilfe von optischen Verfahren ermittelt werden. Hierzu muß die Flüssigkeitskomponente jedoch eine gewisse optische Transparenz aufweisen. Ein Problem bei der Nutzung der optischen Meßverfahren ergibt sich aus auftretenden Fensterverschmutzungen, die in technischen Anwendungen häufig nicht ausgeschlossen werden können. Für kontinuierliche Messungen scheidet daher dieses Verfahren aus.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, für mehrphasige Strömungen eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Gasanteiles zu entwickeln, welche bei einfachem Aufbau eine kontinuierliche, präzise Messung gewährleistet. Die Lösung des Problems sieht vor, daß ein elektrischer Kondensator von einem mehrphasigen Fluid

durchströmbar ist, Mittel zur Bestimmung der Kondensatorkapazität beim Durchfluß von mehrphasigen Fluiden vorhanden sind und weitere Mittel zum Vergleich dieser Kondensatorkapazität mit den Kapazitäten des Kondensators beim Durchströmen von einphasigen Fluidbestandteilen angeordnet sind.

Diese Meßvorrichtung kann in strömungstechnischen Anlagen, z. B. in bio- und verfahrenstechnischen Anlagen zur Prozeßsteuerung und Überwachung eingesetzt werden.

Mit der Erfindung werden die zuvor genannten Schwierigkeiten bei den bekannten Meßvorrichtungen behoben. Von einem zu messenden mehrphasigen Fluid sind die einphasigen Fluidbestandteile bekannt. Bei einem Eichvorgang kann der Kondensator von den reinen einphasigen Fluidbestandteilen durchströmt und dabei die jeweilige Kapazität ermittelt werden. Diese Kapazitäten können auch durch die Auslegung des Kondensators und bei bekannten spezifischen Dielektrizitätskonstanten rechnerisch ermittelt werden. Diese Meß-Auslegungswerte lassen sich in Form von Eichkurven, Tabellen oder in elektrischen Speicher- und Rechenmedien hinterlegen. Die Messung eines mehrphasigen Fluides beim Durchfluß durch den Kondensator ergibt Kapazitätswerte, deren Vergleich mit den entsprechenden Kapazitätswerten beim Durchströmen mit einphasigen Fluidbestandteilen eine genaue Bestimmung des jeweiligen Gasgehaltes erlaubt. Eine solche Messung kann kontinuierlich und zeitgleich mit dem Durchfluß erfolgen. Der Vergleich der Kapazitätswerte ist mit bekannten technischen Mittel möglich.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß Anzeigemittel das Vergleichsergebnis der Kondensatorkapazität als Gasgehalt darstellen. Dies kann mit Hilfe von bekannten Signallampen, Displays, analogen oder digitalen Anzeigemitteln erfolgen.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung durchströmt ein zu messendes mehrphasiges Fluid ganz oder teilweise einen elektrischen Kondensator, wobei nach der Gleichung

$$x = \frac{C_{\text{gem}} - \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r, \text{Flüssigkeit}} \cdot \frac{A}{d}}{\epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot (\epsilon_{r, \text{Gas}} - \epsilon_{r, \text{Flüssigkeit}})}$$

mit:  $\epsilon_0$  = elektrische Feldkonstante =  $8,85418782 \cdot 10^{12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$

A = wirksame Kondensatorfläche [ $\text{m}^2$ ]

d = Abstand der Kondensatorflächen [m]

$C_{\text{gem}}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensator [F] beim Durchströmen mit mehrphasigem Fluid

x = Gasvolumenanteil des mehrphasigen Fluides [-],

Wertebereich 0...1

$\epsilon_r$  = spezifische Dielektrizitätskonstante [-]

$\epsilon_{r, \text{Gas}}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Gasphase [-]

$\epsilon_{r, \text{Flüssigkeit}}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeitsphase [-]

$\epsilon_{r, \text{Gas}} \neq \epsilon_{r, \text{Flüssigkeit}}$

aus der gemessenen Kapazität  $C_{\text{gem}}$ , wobei  $C_{\text{gem}}$  dem allgemeinen Ansatz  $C_{\text{gem}} = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$

genügt, der volumetrische Gasgehalt x im mehrphasigen Fluid bestimmbar ist. Dabei ist der Gasvolumenanteil wie folgt definiert:



tung zu und ein Teilvolumenstrom des Gemisches, der bei homogener Verteilung der Gasphase in der Flüssigkeitsphase repräsentativ fuhr den Gesamtvolumenstrom ist, strömt durch den Raum (8) zwischen den beiden wirksamen Kondensatorflächen (2 und 3).

Je nach Gasgehalt in der mehrphasigen Strömung ändert sich die zwischen den beiden wirksamen Kondensatorflächen (2 und 3) meßbare Kapazität.

Nach der Gleichung

$$x = \frac{C_{\text{gem}} - \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}} \cdot \frac{A}{d}}{\epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot (\epsilon_{r,\text{Gas}} - \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}})}$$

mit:  $\epsilon_0$  = elektrische Feldkonstante =  $8,85418782 \cdot 10^{12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$

A = wirksame Kondensatorfläche [m<sup>2</sup>]

d = Abstand der Kondensatorflächen [m]

$C_{\text{gem}}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensator [F] beim Durchströmen mit mehrphasigem Fluid

x = Gasvolumenanteil des mehrphasigen Fluides [-], Wertebereich 0...1

$\epsilon_r$  = spezifische Dielektrizitätskonstante [-]

$\epsilon_{r,\text{Gas}}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Gasphase [-]

$\epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeitsphase [-]

$\epsilon_{r,\text{Gas}} \neq \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}}$

ist aus der gemessenen Kapazität  $C_{\text{gem}}$  (wobei  $C_{\text{gem}}$  dem allgemeinen Ansatz  $C_{\text{gem}} = \epsilon_0 \epsilon_r A/d$  genügt) der volumetrische Gasgehalt x im mehrphasigen Fluid herleitbar.

Die Ansicht der Fig. 2 zeigt den Weg des zu messenden Fluides durch die Vorrichtung. Eine Messung eines Teilstromes erfolgt nur in Raum 8. In den beiden Räumen 9 und 10 findet keine Messung statt.

In der Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem der Gasgehalt des gesamten, die Vorrichtung durchströmenden Fluidstromes gemessen wird. Zu diesem Zweck ist die innere Elektrode (3) als massiver Stab ausgeführt und zentrisch über elektrisch isolierende Stege (13) im Gehäuse (1) befestigt. Das Gehäuse (1) kann in einfacher Weise durch ein Rohrstück gebildet werden und jede gewünschte Querschnittsform aufweisen. Die Wandfläche des Gehäuses (1) übernimmt in diesem Beispiel gleichzeitig die Funktion der zweiten äußeren Elektrode und ist zu diesem Zweck elektrisch isoliert gegenüber benachbarten Anlagenteilen (hier nicht weiter dargestellt) aufgebaut. Die innere Elektrode (3) sowie die Wandfläche des Gehäuses (1) sind wiederum an elektrische Leiter (5) angeschlossen die einer elektrischen Schaltungsanordnung mit nachfolgender Anzeigeeinheit zugeführt werden. Das mehrphasige Fluid strömt durch einen der Flansche (6 oder 7) der Meßvorrichtung zu und der komplette Gemischvolumenstrom durchströmt den Raum (10) zwischen den wirksamen Kondensatorflächen (1 und 3). Die Fig. 4 zeigt wiederum die Ansicht auf den Durchströmquerschnitt der Vorrichtung nach Fig. 3.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 sind die wirksamen Kondensatorflächen als Plattenelektroden (14 und 15) ausgeführt und mit elektrisch isolierenden Stegen (16 und 17) parallel in einer Rohrleitung (18) befestigt. Die wirksamen Kondensatorflächen sind an isolierte elektrische Leiter (5) angeschlossen, die aus dem Rohr herausgeführt sind. Das mehrphasige Fluid strömt durch einen

der Flansche (6 oder 7) der Meßvorrichtung zu und ein Teilvolumenstrom des Gemisches strömt durch den Raum zwischen den beiden, im Abstand d zueinander angeordneten Plattenelektroden (14 und 15). Die Fig. 6 zeigt wiederum die Ansicht auf den Durchströmquerschnitt der Vorrichtung nach Fig. 5.

Bei der Verwendung von parallelen Plattenelektroden ergibt sich die Gleichung zur Bestimmung des Gasvolumenanteiles x zu:

10

$$x = \frac{C_{\text{gem}} - \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}} \cdot \frac{l \cdot b}{d}}{\epsilon_0 \cdot \frac{l \cdot b}{d} \cdot (\epsilon_{r,\text{Gas}} - \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}})}$$

15

mit:  $\epsilon_0$  = elektrische Feldkonstante =  $8,85418782 \cdot 10^{12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$

20 l = Länge der Kondensatorplatten [m]

b = Breite der Kondensatorplatten [m]

d = Abstand der Kondensatorplatten [m]

$C_{\text{gem}}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensator [F] beim Durchströmen mit mehrphasigem Fluid

25 x = Gasvolumengehalt des mehrphasigen Fluids [-], Wertebereich 0...1

$\epsilon_{r,\text{Gas}}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Gasphase [-]

$\epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeitsphase [-]

30

$\epsilon_{r,\text{Gas}} \neq \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}}$

Dies ist bedingt durch den anderen geometrischen Aufbau der wirksamen Kondensatorflächen. Bei anderen wirksamen Kondensatorflächenformen ist der, die Fläche der wirksamen Kondensatorflächen beschreibende Term der Gleichung entsprechend anzupassen.

35

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Gasanteiles in einem mehrphasigen Fluid, gekennzeichnet durch einen vom mehrphasigen Fluid durchströmbaren, elektrischen Kondensator, Mitteln zur Bestimmung der Kondensatorkapazität beim Durchfluß von mehrphasigen Fluiden und Mitteln zum Vergleich dieser Kondensatorkapazität mit den Kapazitäten des Kondensators beim Durchfluß von einphasigen Fluidbestandteilen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Anzeigemittel das Vergleichsergebnis der Kondensatorkapazitäten als Gasgehalt anzeigen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein zu messendes mehrphasiges Fluid ganz oder teilweise mindestens ein die Kapazität messenden Kondensator durchströmt, und daß im wesentlichen nach der Gleichung

$$x = \frac{C_{\text{gem}} - \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}} \cdot \frac{A}{d}}{\epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot (\epsilon_{r,\text{Gas}} - \epsilon_{r,\text{Flüssigkeit}})}$$

mit:  $\epsilon_0$  = elektrische Feldkonstante =  $8,85418782 \cdot 10^{12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$

A = wirksame Kondensatorfläche [m<sup>2</sup>]

d = Abstand der Kondensatorflächen [m]

65



$C_{gem}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensator [F] beim Durchströmen mit mehrphasigem Fluid  
 $x$  = Gasvolumenanteil des mehrphasigen Fluides [-], Wertebereich 0...1

$\epsilon_r$  = spezifische Dielektrizitätskonstante [-]

$\epsilon_{r,Gas}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Gasphase [-]

$\epsilon_{r,Flüssigkeit}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeitsphase [-]

$\epsilon_{r,Gas} \neq \epsilon_{r,Flüssigkeit}$

aus der gemessenen Kapazität  $C_{gem}$ , wobei  $C_{gem}$  dem allgemeinen Ansatz  $C_{gem} = \epsilon_0 \epsilon_r A/d$  genügt, der volumetrische Gasgehalt  $x$  im mehrphasigen Fluid bestimmbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wirksamen Kondensatorflächen in Abhängigkeit vom Meßbereich eines Konduktometers auswählbar sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die wirksamen Kondensatorflächen gegenüber einem Gehäuse der Meßvorrichtung elektrisch isoliert sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gehäusefläche der Meßvorrichtung als wirksame Kondensatorfläche ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektrische Schaltungsanordnung die sich an den wirksamen Kondensatorflächen einstellende Kapazität erfaßt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Schaltungsanordnung mittels eines Anzeigegegerätes den Gasgehalt anzeigt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Mittel zur Bestimmung der Kondensatorkapazität ein Meßsignal herausgeführt und einer elektronischen Schaltungsanordnung zur Auswertung zugeführt wird.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung in ein, ein mehrphasiges Fluid führendes System eingebaut ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß platten-, -stab, und/oder rohrförmige Elektroden die wirksamen Kondensatorflächen im Gehäuse der Meßvorrichtung bilden.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die wirksamen Kondensatorflächen in Strömungsrichtung verlaufend angeordnet sind.

13. Verfahren zur Messung des Gasgehaltes in einem mehrphasigen Fluid dadurch gekennzeichnet, daß

das mehrphasige Fluid einen elektrischen Kondensator durchströmt, daß durch die Auslegung des elektrischen Kondensators und/oder bei einer Eichung die Kondensatorkapazitäten beim Durchfluß von reiner Flüssigkeitsphase und reiner Gasphase ermittelt und hinterlegt werden

und daß durch einen Vergleich der Kondensatorkapazität beim Durchfluß von mehrphasigem Fluid mit den Kondensatorkapazitäten beim Durchfluß von einphasigen Fluidbestandteilen der Gasgehalt unter Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen Dielektrizitätskonstanten der reinen Flüssigkeitsphase und der reinen Gasphase bestimmbar ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe einer elektronischen Recheneinheit der Kapazitätsvergleich erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des Gasgehaltes im wesentlichen nach der Gleichung

$$x = \frac{C_{gem} - \epsilon_0 * \epsilon_{r,Flüssigkeit} * A/d}{\epsilon_0 * A/d * (\epsilon_{r,Gas} - \epsilon_{r,Flüssigkeit})}$$

mit:  $\epsilon_0$  = elektrische Feldkonstante =  $8,85418782 \cdot 10^{12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$

$A$  = wirksame Kondensatorfläche [ $\text{m}^2$ ]

$d$  = Abstand der Kondensatorflächen [ $\text{m}$ ]

$C_{gem}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensator [F] beim Durchströmen mit mehrphasigem Fluid

$x$  = Gasvolumenanteil des mehrphasigen Fluides [-], Wertebereich 0...1

$\epsilon_r$  = spezifische Dielektrizitätskonstante [-]

$\epsilon_{r,Gas}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Gasphase [-]

$\epsilon_{r,Flüssigkeit}$  = spezifische Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeitsphase [-]

$\epsilon_{r,Gas} \neq \epsilon_{r,Flüssigkeit}$

erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des Gasgehaltes im wesentlichen nach der Gleichung

$$x = \frac{C_{gem} - C_{eich,Flüssigkeit}}{C_{eich,Gas} - C_{eich,Flüssigkeit}}$$

mit  $x$  = Gasvolumenanteil des mehrphasigen Fluides [-], Wertebereich 0...1

$C_{gem}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensator [F] beim Durchströmen mit mehrphasigem Fluid

$C_{eich,Flüssigkeit}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensators [F] beim Durchströmen mit reiner Flüssigkeitsphase

$C_{eich,Gas}$  = gemessene Kapazität dieses Kondensators [F] beim Durchströmen mit reiner Gasphase erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

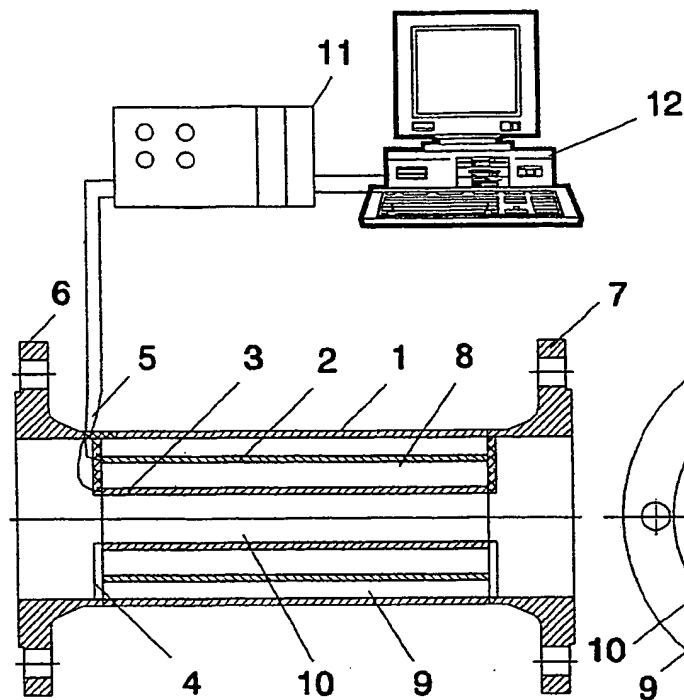


Fig. 1

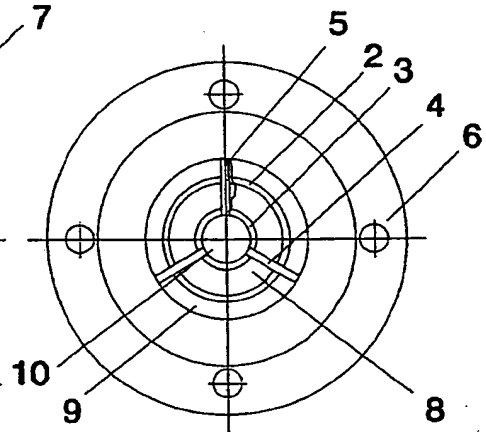


Fig. 2

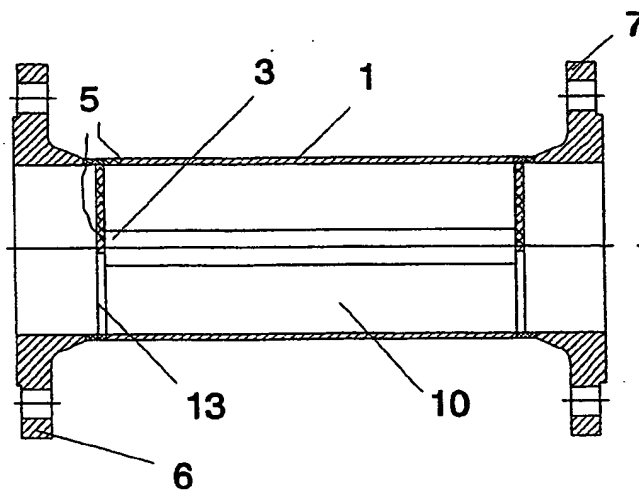


Fig. 3

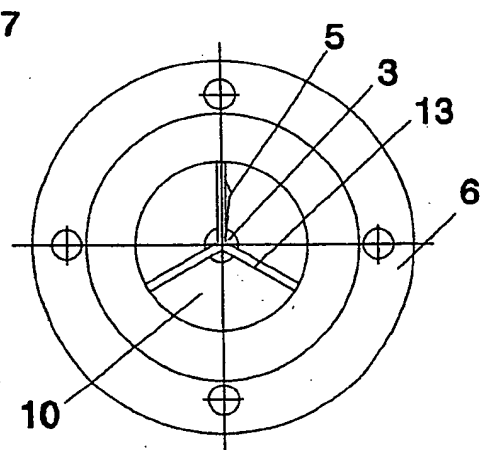


Fig. 4

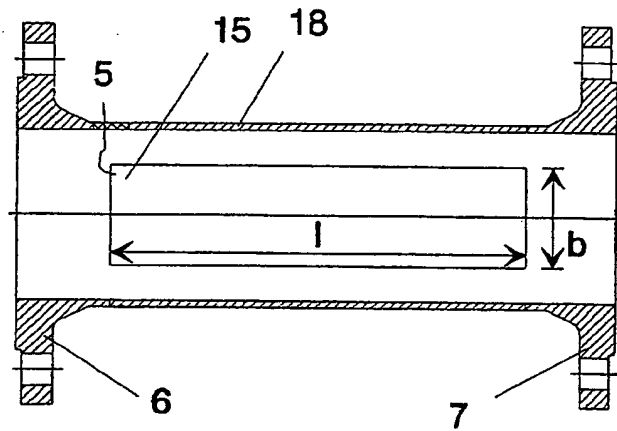


Fig. 5

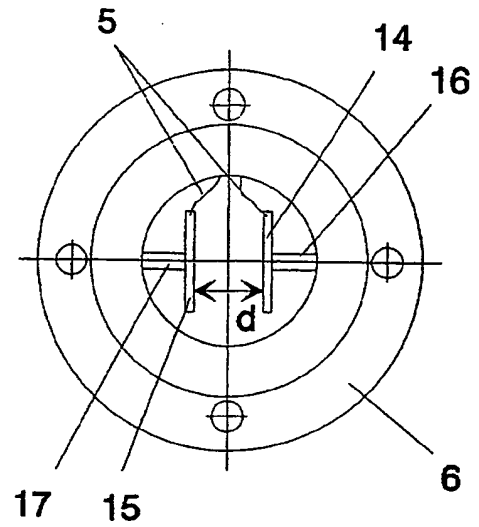


Fig. 6